

AL



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 03 682 A 1**

⑥ Int. Cl.7:
B 29 C 45/00
B 29 C 45/16
B 29 C 45/72

① Aktenzeichen: 199 03 682.9
② Anmeldetag: 2. 2. 1999
④ Offenlegungstag: 3. 8. 2000

DE 199 03 682 A 1

⑦ **Anmelder:**
Vereinigung zur Förderung des Instituts für
Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk
an der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule
Aachen eV, 52062 Aachen, DE

⑧ **Erfinder:**
Brunswick, Andre, Dipl.-Ing., 52062 Aachen, DE;
Gruber, Marco, 26427 Esens, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤ **Hohlkörper aus polymeren Werkstoffen**
⑦ Beim Spritzgießen polymerer Formteile kann durch die Injektion eines Druckgases in die noch schmelzförmige Seele des Formteils ein Hohlraum erzeugt werden. Diese Hohlräume können auch die Funktion übernehmen, Gase und Flüssigkeiten zu leiten. Das als Gasinjektionstechnik (GIT) bekannte Verfahren erlaubt allerdings die Herstellung von Hohlkörpern nur bis zu einem bestimmten Durchmesser. Wird der Durchmesser zu groß, steigen die Restwanddicken des Formteils. Dies führt dazu, daß die Kühlzeiten zu lang werden oder die Polymerschmelze durch die Erdanziehung an der Kavitätswand herunterläuft. Die erfindungsgemäßen Bauteile sind Hohlkörper, deren Hohlräume durch die Injektion einer Flüssigkeit (z. B. Wasser oder Öl bzw. Wasser- oder Ölgemischen) anstelle von Gas erzeugt wurden. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt durch die anschließende Durchströmung des so geschaffenen Hohlkörpers mit Flüssigkeiten, die Kühlzeiten stark zu reduzieren. Zusätzlich können kleinere Restwanddicken im Vergleich zu GIT-Bauteilen erzielt werden. Dieses Verfahren erlaubt insbesondere die Herstellung von Medienleitungen mit Durchmessern größer 40 mm, die bisher durch die Gasinjektionstechnik nicht hergestellt werden können.

DE 199 03 682 A 1

Beschreibung

Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft Hohlkörper entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft insbesondere medienführende Bauteile (Medienleitungen).

Stand der Technik/Nachteile

Polymere Hohlkörper und Medienleitungen bestehen aus einem von einer Polymerwandung umschlossenen Hohlraum bzw. einer Rohrleitung mit Anschlüssen und anderen Funktionskomponenten. Die Herstellung von Hohlkörpern und Medienleitungen mit konventionellen Verfahren wie Extrusion oder Blasformen ist oft durch mehrere Arbeitsschritte gekennzeichnet [1].

Es sind Medienleitungen bekannt, welche zur Reduzierung der Fertigungsschritte und zur Erhöhung der Integrationsdichte durch ein als Gasinjektionstechnik (GIT) bezeichnetes Spritzgießverfahren hergestellt werden [1]. Hierbei wird der Formhohlraum eines Spritzgießwerkzeuges zum Teil (Aufblasverfahren) oder vollständig (Ausblasverfahren) mit einer Formmasse gefüllt. Danach wird ein Inertgas injiziert, um den noch schmelzeflüssigen Kern der Formmasse auf- oder auszublasen. Auf diese Weise entsteht ein Hohlkörper, der sich insbesondere durch die hohe Gestaltungsfreiheit und Integrationstiefe durch die Anwendung des Spritzgießverfahrens auszeichnet. Es existieren zahlreiche Verfahrensvarianten und Vorrichtungen für die Gasinjektionstechnik. Die gattungsgemäßen Verfahren sind z. B. in der DE-OS 21 06 546, der US-PS 4101617, der DE-PS 28 00 482, der GB-PS 2139548, der EU-OS 283207, der DE-OS 40 33 298 A1, der DE-OS 40 02 503 C1, der EU-PS A0289230 und der DE-OS 391 31 009 A1 beschrieben.

Durch GIT hergestellte Hohlkörper gewinnen insbesondere im Bereich der Medienleitungen an Bedeutung, da diese vollständig und hochintegriert in einem Arbeitsgang durch Spritzgießen kostengünstig hergestellt werden können [1]. Rohrartige Medienleitungen, die nach der GIT hergestellt werden können, sind in der DE-OS 40 11 310 A1, der EU-OS 89123784-4 und der PS-JP 08229993 beschrieben. In Bauteile integrierte Medienleitungen, die nach der GIT hergestellt werden können, sind in der DE-PS 42 09 600 C2 beschrieben.

Eine wichtige Problemstellung bei GIT-Medienleitungen ist die Realisierung größerer Durchmesser (größer 30 mm bis 40 mm). Der rheologische Einfluß auf die Formteilausbildung bewirkt, daß sich bei diesen Bauteilen sehr große Restwanddicken einstellen. Diese Problematik entsteht im wesentlichen dadurch, daß der Viskositätsunterschied zwischen der zu verdrängenden Schmelze und dem Gas sehr groß ist, und das Gas hierdurch nicht genügend Masse zur Ausbildung eines Hohlraumes verdrängen kann. Da durch die großen Restwanddicken eine große Wärmemenge abgeführt werden muß, sind die Kühlzeiten zur Verfestigung der Formmasse sehr lang. Nachteilig wirkt sich bei der Gasinjektionstechnik aus, daß über das Gas nur geringe Wärmemengen abgeführt werden können. Zusätzlich führen die großen Restwanddicken zu hohem Materialverbrauch, der insbesondere im Fall der Medienleitungen nicht akzeptabel ist. Bei diesen Bauteilen mit Durchmessern größer 30 mm bis 40 mm ist eine wirtschaftliche Herstellung durch Gasinjektionstechnik im Vergleich zu anderen Verfahren oft nicht möglich. Der wesentliche Nachteil ist jedoch, daß bedingt durch die großen Restwanddicken, die Polymerschmelze zu lange fließfähig bleibt und so direkt nach der Hohlraumausbildung infolge der Schwerkraft an der Formwandung hin-

unterläuft.

Es sind Verfahrensentwicklungen bekannt, welche die Vermeidung dieser Nachteile bei GIT-Bauteilen zum Ziel haben.

Es sind GIT-Bauteile bekannt, bei denen zu ihrer Herstellung zur Verbesserung der Wärmeabfuhr das Gas durch den Hohlkörper gespült wird. So wird in der PS-DE 39 17 366 C2 die Möglichkeit beschrieben, das Gas nach der Ausbildung des Hohlraumes in einem Kreislauf durch das Bauteil zu leiten. Allerdings ist bekannt, daß die Kühlwirkung bei diesem Verfahren oft nicht ausreichend ist, um wesentliche Kühlzeitreduzierungen zu erreichen. Entstehen zu große Restwanddicken, wird die Kühlwirkung nicht ausreichen, um zu vermeiden, daß die Schmelze an der Formwandung herunterläuft.

Eine weitere Möglichkeit zur Kühlzeit- und Wanddickenreduzierung ist die Injektion von Flüssigkeiten, welche auf die Temperatur der Polymerschmelze erhitzt werden. Ein Versuch, einen scheibenförmigen Hohlkörper durch Injektion von Flüssigkeiten anstelle von Gas zu erzeugen, ist in der DE-OS 246 15 780 und der DE-OS 28 00 482 beschrieben. Allerdings wird dieser Möglichkeit, insbesondere der Verwendung von Wasser als Druckflüssigkeit in beiden Offenlegungsschriften wenig Bedeutung zugeordnet. Zusätzlich kann bei der Herstellung von Bauteilen mit größeren Durchmessern erwartet werden, daß die Schmelze durch die Verwendung von heißen Flüssigkeiten (Temperatur entspricht Schmelztemperatur), noch so fließfähig ist, daß sie an der Formwandung herunterläuft. Es ist keine Umsetzung der beschriebenen Verfahrensvarianten bekannt. In der DE-OS 28 00 482 wird beschrieben, daß die Injektion von Wasser durch seine niedrige Viskosität keine wesentlichen Vorteile bezüglich der Restwanddicken im Vergleich zur Gasinjektionstechnik bringt. Begründet wird dies mit dem vergleichbar hohen Viskositätsunterschied zwischen Wasser oder Gas und der Polymerschmelze. Es wird daher in der DE-OS 28 00 482 vorgeschlagen, höherviskose Medien wie z. B. Oligomere (niedermolekulare fließfähige Polymervorstufen) zur Ausformung des Hohlraumes zu verwenden, da sie erlauben, eine größere Menge Schmelze zu verdrängen und so geringere Restwanddicken zu erzeugen. Allerdings kann bei der Verwendung dieser Medien keine Kühlzeitverkürzung erzielt werden. In der DE-OS 246 15 780 wird weiterhin die Möglichkeit beschrieben, ein Bauteil durch Gasinjektionstechnik herzustellen und anschließend ein Kühlmedium durch den Hohlraum zu leiten.

Es sind weitere Hohlkörper bekannt, die durch ein gattungsgemäßes Verfahren nach der US-PS 5139714 hergestellt werden. Der Hohlraum wird hier durch die Injektion von niedrigsiedenden flüssigen Medien (i.d.R. Alkoholgemische), die bei Kontakt mit der Polymerschmelze verdampfen, geschaffen. Hier entstehen jedoch die gleichen Nachteile bezüglich der Restwanddicken und Kühlzeiten wie bei der Gasinjektionstechnik. Zusätzlich erzeugen die verwendeten Flüssigkeiten Spannungsrisse an der Kunststoffoberfläche. Nachteilig ist ebenfalls, daß die Flüssigkeiten nicht aus den Bauteilen entfernt werden.

Hohlkörper mit definierten Restwanddicken, hergestellt nach einem gattungsgemäßen Verfahren, werden in der JP-PS 08229993 vorgestellt. Hier wird ein Kern durch einen aufgetragenen Gasdruck durch die Schmelze katapultiert. Problematisch ist bei diesem Verfahren allerdings die schwierige Reproduzierbarkeit, da das Gas den Kern auch umströmen kann, anstatt ihn voranzutreiben.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe ist es, Hohlkörper und insbesondere Medienlei-

tungen zu erzeugen, welche durch ein Spritzgießverfahren mit anschließender Injektion einer Flüssigkeit hergestellt werden und sich im Vergleich zu den gattungsgemäß bekannten Verfahren durch geringere Restwanddicken und durch kürzere Zykluszeiten bei der Herstellung kennzeichnen. Hauptziel dabei ist, daß bei diesen Hohlkörpern zusätzlich größere Bauteilquerschnitte bei gleichzeitig geringen Restwanddicken realisiert werden können, als es bei den bekannten gattungsgemäßen Verfahren bisher möglich ist. Eine Teilaufgabe dabei ist, die Herstellung dieser Hohlkörper durch eine Verfahrensentwicklung aufbauend auf die (durch die DE-OS 24 61 580 bekannte) Injektion von Flüssigkeiten und durch einen zur Erzielung der genannten Bauteileigenschaften geeigneten Verfahrensablauf zu realisieren.

Lösung der Aufgabe

Die Aufgabe wird durch Bauteile mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäßen Hohlkörper haben im Vergleich zu GIT-Bauteilen die folgenden Vorteile:

- erstmalig können größere Bauteildurchmesser realisiert werden
- sehr kurze Fertigungszeiten pro Artikel durch kürzere Kühlzeiten
- geringe Restwanddicken bzw. Materialkosten
- weitaus geringere Anlagekosten im Vergleich zur Gasinjektionstechnik

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Ausführungsbeispiele für erfindungsgemäße Hohlkörper (hier eine Medienleitung) sind in Fig. 1a, b dargestellt. Ein möglicher Verfahrensablauf zur Herstellung der Hohlkörper durch Wasserinjektion zur Verdrängung der schmelzeförmigen Seele und eine mögliche Anlagentechnik sind in Fig. 2 bis Fig. 5 dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Natürlich können auch andere Flüssigkeiten anstelle von Wasser eingesetzt werden. Es zeigen

Fig. 1a, b Beispielhafte Schnittdarstellungen für erfindungsgemäße und durch Flüssigkeitsinjektion hergestellte Hohlkörper

Fig. 2 Injektion der Polymerschmelze

Fig. 3 Wasserinjektion

Fig. 4 Durchbruch des Wassers am Fließwegende, Durchströmen des Bauteiles mit Wasser

Fig. 5 Ausblasen des Wassers durch Druckluft

Fig. 2 zeigt die Schnittdarstellung eines Spritzgießwerkzeuges mit seinen Formhälften (5a) und (5b) und den Formhohlraum (4). Zusätzlich ist die Anlagentechnik zur Durchführung eines Wasserinjektionsverfahrens angedeutet. Sie besteht im wesentlichen aus mindestens einer oder zur Erzielung verschiedener Volumenströme aus mehreren, parallel geschalteten Hydropumpen (9), einem Wasserspeicher (8) und der Injektionsdüse 9b. Zum Ausblasen des Wassers aus dem Bauteil kann Druckluft (10) verwendet werden.

Der Spritzgießzyklus beginnt mit dem Einspritzen von Polymerschmelze. Nach einer untervolumetrischen Füllung wird bei diesem Verfahrensbeispiel Wasser über eine Düse (9b) in die Schmelzevorlage injiziert. Dadurch wird die schmelzeförmige Seele in Fließrichtung von dem Wasser verdrängt und so das Restvolumen des Formhohlraumes mit

Schmelze gefüllt. Der Wasservolumenstrom wird über eine Hydropumpe, die aus einem Wasserspeicher gespeist wird, realisiert.

Gegen Ende des Fließweges wird die Schmelzefront im Bereich eines Überlaufes (5c) vom Wasser durchbrochen. Das Wasser fließt dann über eine Leitung zurück in den Wasserspeicher. Für eine bestimmte Zeit durchfließt das Wasser das Bauteil, um Wärme zur Verfestigung des Polymerschmelze abzuführen und gleichzeitig durch einen Überdruck den Hohlkörper gegen die Formhohlraumwände zu drücken. Über eine Drossel (5d) wird der Überdruck des Wassers eingestellt. Ist das Formteil hinreichend erstarrt, muß in einem nächsten Schritt das Wasser aus dem Bauteil entfernt werden.

Vor der Entformung wird daher das Wasser durch Druckluft aus dem Formteilinneren ausgeblasen. Dazu werden die Ventile 9a und 10a umgestellt und das Wasser so dem Wasserspeicher zugeführt.

Der hier dargestellte Verfahrensablauf für die erfindungsgemäßen Bauteile ermöglicht, den in der DB-OS 28 00 482 beschriebenen Nachteil der geringen Viskosität des Wassers zu umgehen. Dies wird dadurch erreicht, daß das Wasser mit einer so hohen Geschwindigkeit in die Schmelze injiziert wird, daß die Fließfront des Wassers auf die Schmelze wie ein verdrängender Kolben wirkt. Hierbei wird die Inkompressibilität des Wassers ausgenutzt, so daß die geringe Viskosität des Wassers einen geringen Einfluß auf die Restwanddicken aufweist. Zusätzlich kann der kolbenartige Effekt bei der Verdrängung der Polymerschmelze dadurch verstärkt werden, daß sich im Bereich der Wasserfront durch eine gezielte Temperierung des Wassers ein Teil der Polymerschmelze zu einer Polymerhaut verfestigt und somit die dahinterliegende Polymerschmelze in der Form eines höherviskosen, fließenden Kerns verdrängt.

Der beispielhaft beschriebene Verfahrensablauf erlaubt eine Vielzahl an Variationen. So kann zum Beispiel der Formhohlraum auch vollständig mit Schmelze gefüllt werden. Anschließend kann ein Schmelzenachdruck aufgeben werden. Danach geben Schieber im Bereich des Fließweges ein zusätzliches Volumen des Formhohlraumes frei, in welches dann überschüssige Schmelze durch die Wasserinjektion gedrückt wird. Dieses als Nebenkavität bezeichnete Volumen dient dann als Überlauf, in dem das Wasser die Schmelzefront durchbricht, um anschließend das Bauteil durchströmen zu können. Die Anwendung von Nebenkavitäten ist aus dem Bereich der Gasinjektionstechnik bereits bekannt.

Bei der Herstellung bestimmter Bauteile, z. B. von Medienleitungen, die Öffnungen an einem oder beiden Bauteilenden besitzen, kann u. U. auf das Durchbrechen des Wassers verzichtet werden. Das Wasser wird dann erst nach der Bauteilentformung aus dem Bauteil entfernt, wenn die Endbereiche abgeschnitten werden.

Bezugszeichenliste für Fig. 1 bis 4

- (1, 2) Unverzweigte und verzweigte Medienleitungen
- (1a, 2a) Rohrkörper
- (1b, 2b) Anschlüsse
- (1c, 2c) Funktionselemente
- (2d) Verzweigungen
- (3) Polymerschmelze
- (4) Formhohlraum
- (5a) Erste Formhohlraumhälfte eines Spritzgießwerkzeuges
- (5b) Zweite Formhohlraumhälfte eines Spritzgießwerkzeuges
- (5c) Überlauf
- (6) Spritzgießaggregat

- (7) Leitungen
- (8) Wasserspeicher
- (9) Hydropumpe
- (9a) 3/2 Wegeventil, Wasserzulauf, Wasserablauf
- (9b) Düse zur Flüssigkeitsinjektion
- (10) Druckluftspeicher
- (10a) 3/2 Wegeventil, Luftzufuhr, Wasserrücklauf

LITERATUR

- [1] Michaeli, W., Brunswick, A. Herstellung medienführender Leitungen durch GIT-Produktorientierte Verfahrensentwicklung Kunststoffe 88 (1998) 1, S. 34–39
- [2] Findeisen, H. Ausbildung der Restwanddicke und Prozeßsimulation bei der Gasinjektionstechnik
Dissertation an der RWTH Aachen, 1997

Patentansprüche

1. Hohlkörper aus polymeren Werkstoffen, insbesondere Hohlkörper aus mindestens einem verzweigten oder unverzweigten rohrähnlichen Grundkörper sowie integrierten Funktionselementen, welche durch ein Spritzgießverfahren mit anschließender Injektion einer Flüssigkeit zur Ausbildung mindestens eines Hohlraumes hergestellt werden **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verfahrensablauf zu ihrer Herstellung die Schritte aufweist:
 - a. Untervolumetrische oder volumetrische Injektion eines fließfähigen Polymers oder einer fließfähigen Mischung aus Polymervorstufen – von nun an bezeichnet als Formmasse – in den Formhohlraum eines mehrteiligen und geschlossenen Formwerkzeuges;
 - b. Injektion einer Flüssigkeit in die fließfähige Masse, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flüssigkeit temperiert ist und hauptsächlich aus Wasser oder Öl besteht;
 - c. Ausbildung eines mit der Flüssigkeit gefüllten Hohlraumes innerhalb der Formmasse durch Verdrängung der Formmasse durch die Flüssigkeit in Richtung ungefüllter oder zusätzlich geschaffener Formhohlräume, wobei durch die gezielte Temperierung der Flüssigkeit die Formmasse im Bereich der Phasengrenze von Formmasse zur Flüssigkeit zu einer Art Membran verfestigt werden kann, so daß die Fließfront des Wassers auf die Schmelze wie ein verdrängender Kolben bzw. wie ein höherviskos fließender Kern wirkt, wobei die Flüssigkeit durch hinreichend schnelle Injektion nicht in eine Gasphase übertritt;
 - d. Weitere Injektion der Flüssigkeit bis sie die Fließfront der fließfähigen Masse durchbricht und aus dem Formhohlraum abgeführt wird oder aufstecken des Hohlraumes durch Werkzeugvorrichtungen und abführen der Flüssigkeit über die so geschaffene Öffnung zur Spülung des Hohlraumes mit der Flüssigkeit wobei während der Spülung ein Druck in der Flüssigkeit **dadurch gezielt** aufgebaut wird, daß der Querschnitt der die Flüssigkeit abführenden Leitung durch ein Ventil oder eine Drossel verändert werden kann;
 - e. Verfestigung der fließfähigen Formmasse nach Bedarf durch Spülung des Hohlkörpers mit weiterer, jedoch zum Zwecke der Wärmezufuhr bzw. Wärmeabfuhr anders temperierten Flüssigkeit, wobei die Flüssigkeit nun durch den Hauptbe-

standteil Wasser gekennzeichnet ist;
f. Entformung des Hohlkörpers aus dem Formhohlraum durch Teilung des Formwerkzeuges und Ablassen der Flüssigkeit aus dem Hohlkörper bzw. Ablassen der Flüssigkeit und Entformung des Hohlkörpers aus dem Formhohlraum durch Teilung des Formwerkzeuges.

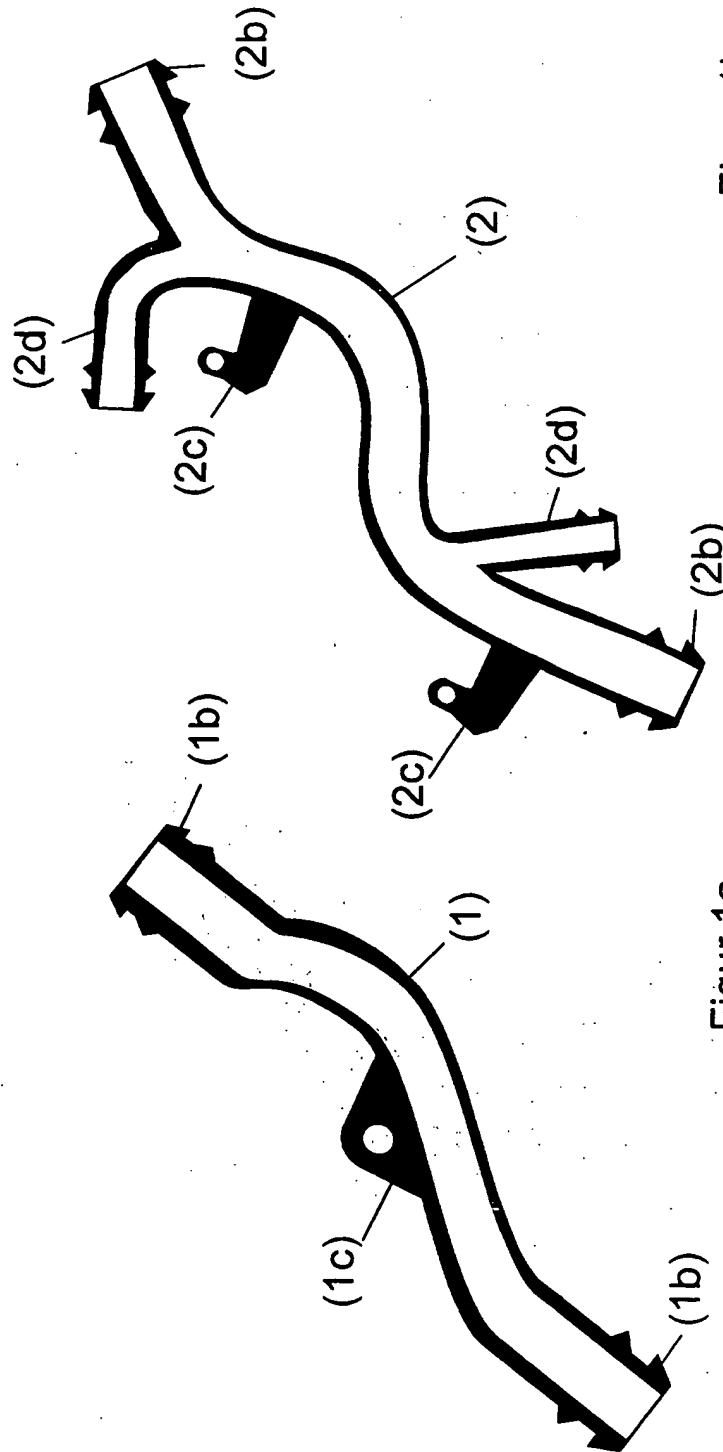
2. Verfahren zur Herstellung der Bauteile nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor oder während der Injektion der Formmasse ein Gasdruck innerhalb des Formhohlraumes aufgebracht wurde.
3. Verfahren zur Herstellung der Bauteile nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß entweder durch die Injektion unterschiedlicher Formmassen durch ein Mehrkomponenten-Spritzgießverfahren mehrschichtige Hohlkörper hergestellt werden oder dünne Schichten eines Barrierematerials auf der Innenwand der Hohlkörper **dadurch** aufgebracht werden, daß das Barrierematerial in der Flüssigkeit, welche den Hohlraum ausbildet, **gelöst oder emulgiert** ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

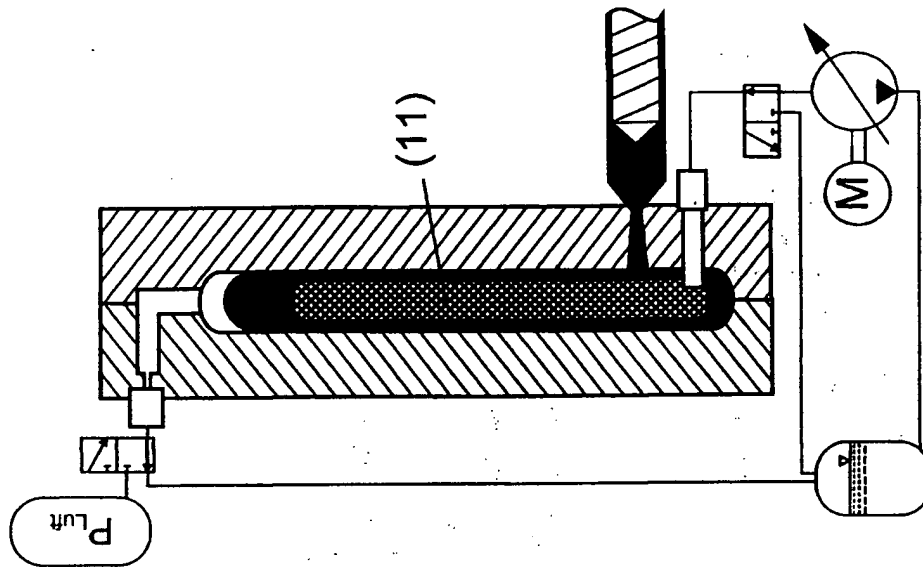
THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

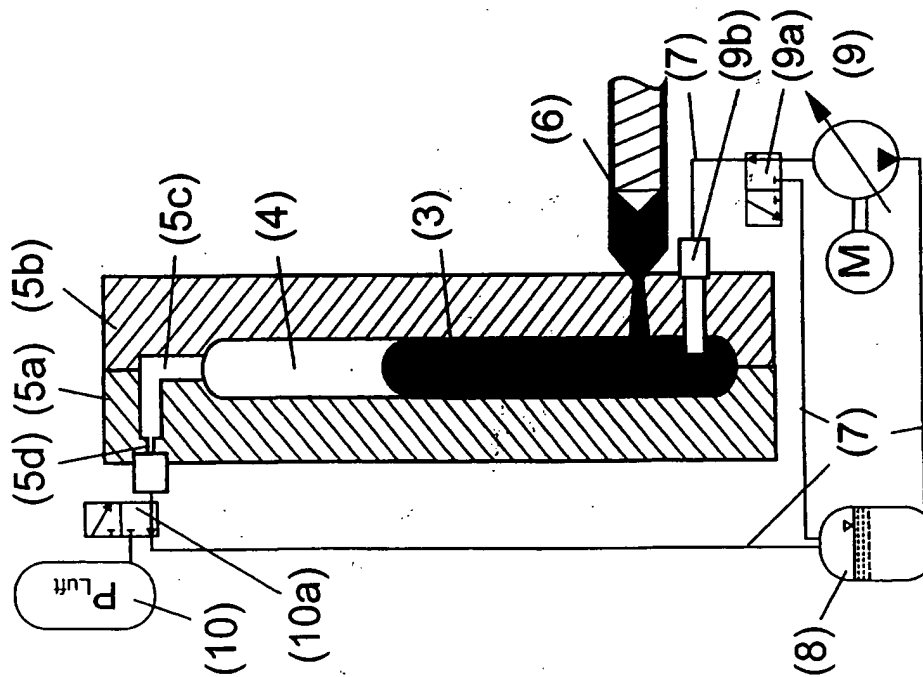


Figur 1b

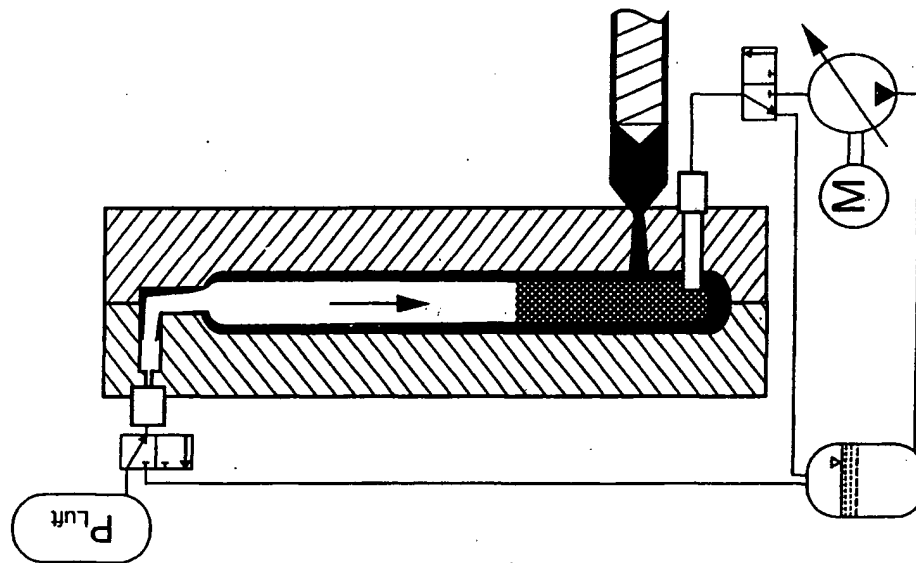
Figur 1a



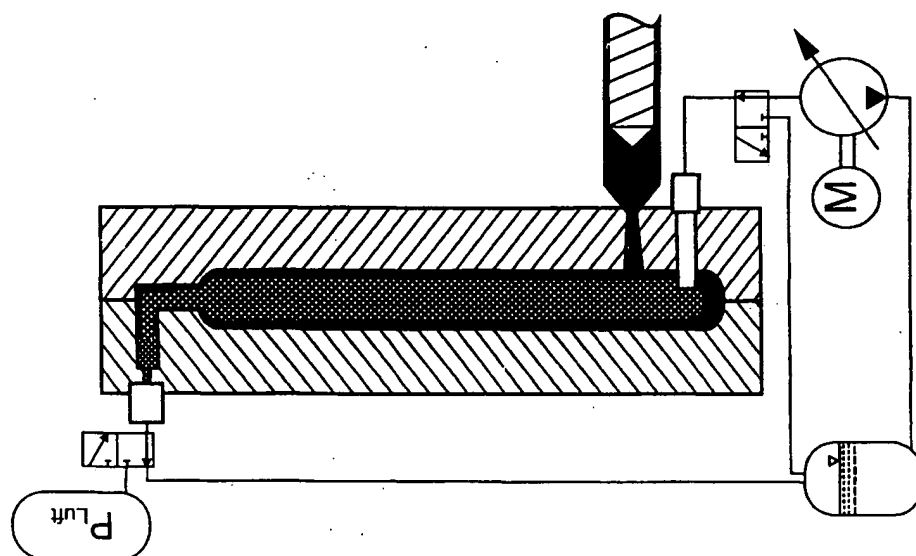
Figur 3



Figur 2



Figur 5



Figur 4